

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ Offenlegungsschrift
①⑪ DE 30 07 958 A 1

⑤① Int. Cl. 3:
H 04 B 9/00

②① Aktenzeichen: P 30 07 958.4
②② Anmeldetag: 1. 3. 80
④③ Offenlegungstag: 17. 9. 81



⑦① Anmelder:
Hartmann & Braun AG, 6000 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:
Ilgner, Herwig, Dipl.-Ing., 6365 Rosbach, DE; Barth, Utz
Wolfgang, Ing.(grad.), 6000 Frankfurt, DE

⑤④ Opto-elektronisches Übertragungssystem

DE 30 07 958 A 1

Hartmann & Braun
Aktiengesellschaft

6000 Frankfurt (Main), 12.02.80
Gräfstraße 97 vTh/Ri

Opto-elektronisches Übertragungssystem

Patentansprüche:

- 1.) Opto-elektronisches Übertragungssystem mit mehreren
an einen Lichtleiter-Ringbus angekoppelten Teil-
nehmern, die
- in einer optischen Verzweigungseinrichtung das an-
kommende optische Signal in zwei Teilsignale aufteilen,

-2-

- in einem Empfangsteil das eine der beiden optischen Teilsignale in ein elektrisches Signal umformen,
 - in einer Impulsformerstufe das elektrische Signal regenerieren,
 - in einem Sendeteil das regenerierte elektrische Signal in ein optisches Signal umformen und dem Lichtleiter-Ringbus zur Weiterleitung an den nächsten Teilnehmer zuführen,
- das bei Störung einzelner Teilnehmer funktionsfähig bleibt, dadurch gekennzeichnet,
- daß die optische Verzweigungseinrichtung (3; 38) das andere Teilsignal dämpft und dem vom Sendeteil (22) des Teilnehmers abgegebenen optischen Signal überlagert,
 - daß für die Codierung der zu übertragenden Information ein Code mit drei Schaltzuständen bei konstantem arithmetischem Mittelwert verwendet ist und
 - daß die Impulsformerstufe (44) das von dem Empfangsteil (5) abgegebene elektrische Signal (U_L) mit zwei verschiedenen Schwellwerten (U_{LoS} , U_{LuS}) vergleicht, von denen der eine größer und der andere kleiner als der arithmetische Mittelwert (U_{Lm}) des elektrischen Signals gewählt ist, wobei das Verhältnis zwischen dem arithmetischen Mittelwert und jedem der beiden Schwellwerte konstant gehalten ist.

2. Übertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilnehmer eine Einrichtung (31) zur Störungserkennung enthalten, die im Störfall den elektro-optischen Wandler (27) des Sendeteils (22) des Teilnehmers von der elektrischen Ver-

130038/0135

-3-

-3-

sorgung abtrennt.

3. Übertragungssystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß der optischen Verzweigungseinrichtung (38) zwei Eingangslichtleitungen (39, 40) zugeführt sind und zwei Ausgangslichtleitungen (41, 42) von ihr abgehen,
- daß sich das optische Signal (\emptyset_{E1}^*) der ersten Eingangslichtleitung (39) auf die beiden Ausgangslichtleitungen (41, 42) aufteilt,
- daß das optische Signal (\emptyset_{E2}^*) der zweiten Eingangslichtleitung (40) nur der ersten Ausgangslichtleitung (41) zugeführt ist,
- daß die zweite Ausgangslichtleitung (42) mit dem Empfangsteil (5) des Teilnehmers verbunden ist und die zweite Eingangslichtleitung (40) mit dem Sendeteil (22) des Teilnehmers verbunden ist,
- daß das im Empfangsteil (5) gebildete elektrische Signal (U_L) einem Dreipunktschalter (8) und zur Bildung des arithmetischen Mittelwertes (U_{Lm}) einem Verzögerungsglied (9) zugeführt ist,
- daß der Dreipunktschalter (8) beim Überschreiten eines oberen auf den arithmetischen Mittelwert (U_{Lm}) bezogenen Schwellwertes (U_{LoS}) einen ersten Schaltzustand ($A_e = H$, $B_e = L$) annimmt, beim Unterschreiten eines unteren auf den arithmetischen Mittelwert (U_{Lm}) bezogenen Schwellwertes (U_{LuS}) einen zweiten Schaltzustand ($A_e = L$, $B_e = H$) annimmt und bei Lage zwischen den beiden Schwellwerten (U_{LoS} , U_{LuS})

130038/0135

-4-

-4-

einen dritten, mittleren Schaltzustand ($A_e = L$, $B_e = L$) annimmt und

- daß der Sendeteil (22) des Teilnehmers in die zweite Eingangslichtleitung (40) der optischen Verzweigungseinrichtung (38) ein optisches Signal (ϕ_{E2}^*) einspeist, dessen Höhe durch den jeweiligen Schaltzustand des Dreipunktschalters (8) bestimmt ist (Figuren 1 und 5).
- 4. Übertragungssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine selbsttätige Anpassung der Schwellwerte (U_{LoS} , U_{LuS}) des Dreipunktschalters (8) an die Höhe des jeweiligen arithmetischen Mittelwertes (U_{Lm}) des elektrischen Signals (U_L) erfolgt (Figur 1).
- 5. Übertragungssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Signal (U_L) einer selbsttätig arbeitenden Verstärkungsregeleinrichtung (45) zugeführt ist, die den arithmetischen Mittelwert des elektrischen Signals einem vorgegebenen festen Wert angleicht (Figur 7).
- 6. Übertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der absendende Teilnehmer die ihm nach einem Ringumlauf der zu übertragenden Information wieder zugeführte Information nicht mehr regeneriert.

-5-

-5-

Die Erfindung bezieht sich auf ein opto-elektronisches Übertragungssystem mit mehreren an einen Lichtleiter-Ringbus angekoppelten Teilnehmern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Übertragungssystem ist aus der EP-OS 0 002 971 bekannt. An einen Lichtleiter-Ringbus sind mehrere Teilnehmer angekoppelt. Die zwischen einem sendenden Teilnehmer und dem empfangenden Teilnehmer angeordneten Teilnehmer regenerieren jeweils das von ihnen empfangene optische Signal. Damit das Übertragungssystem beim Ausfall von Teilnehmern funktionsfähig bleibt, enthält jeder Teilnehmer eine optische Verbindungsleitung mit einer elektrisch steuerbaren optischen Verschlußeinrichtung, die bei einem Ausfall des Teilnehmers das optische Signal direkt, d. h. ohne es zu regenerieren, an den nächsten Teilnehmer weiterleitet. Ist der Teilnehmer dagegen funktionsfähig, so ist die Verschlußvorrichtung geschlossen, und das optische Signal wird in ein elektrisches Signal umgewandelt, das elektrische Signal wird regeneriert und das regenerierte elektrische Signal wird wieder in ein optisches Signal umgewandelt, das dem nächsten Teilnehmer zugeführt wird. Für den Betrieb der optischen Verschlußvorrichtung ist eine Gleichspannung von ca. 50 V erforderlich.

-6-

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optoelektronisches Übertragungssystem der eingangs genannten Art zu schaffen, das keine elektrisch gesteuerte optische Verschlußeinrichtung benötigt.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des Übertragungssystems nach dem Patentanspruch 1 sind in den Patentansprüchen 2 bis 6 gekennzeichnet.

Die Erfindung wird im folgenden mit ihren weiteren Einzelheiten und Vorteilen anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 die Prinzipdarstellung eines Teilnehmers mit einer ersten optischen Verzweigungseinrichtung,
- Figur 2 in schematischer Darstellung drei durch den Lichtleiter-Ringbus verbundene Teilnehmer nach der Figur 1,
- Figur 3 Liniendiagramme von Signalen eines nicht gestörten Teilnehmers,
- Figur 4 in schematischer Darstellung vier durch einen Lichtleiter-Ringbus verbundene Teilnehmer nach der Figur 1 von denen zwei aufeinanderfolgende Teilnehmer gestört sind,
- Figur 5 die Prinzipdarstellung eines Teilnehmers mit einer zweiten optischen Verzweigungseinrichtung,

Figur 6 in schematischer Darstellung drei durch den Lichtleiter-Ringbus verbundene Teilnehmer nach der Figur 5 und Figur 7 das Prinzipschaltbild einer Impulsformerstufe mit selbsttätiger Verstärkungsregelung. Gleiche Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Figur 1 zeigt die Prinzipdarstellung eines der Teilnehmer eines opto-elektronischen Übertragungssystems, die an einen Lichtleiter-Ringbus angekoppelt sind. Das ankommende Ende 1 des Lichtleiter-Ringbusses ist über eine optische Steckverbindung 2 mit dem optischen Teil 3 des Teilnehmers verbunden. Das ankommende optische Signal ϕ_E erfährt in der optischen Steckverbindung 2 eine Dämpfung, wobei im folgenden davon ausgegangen wird, daß diese Dämpfung 1 dB beträgt. Danach teilt sich das um 1 dB gedämpfte optische Signal in zwei gleichgroße Teilsignale ϕ_{E1} und ϕ_{E2} auf. Das optische Teilsignal ϕ_{E1} ist dem Empfangsteil 5 zugeführt, der in den Figuren 1 und 5 dem elektronischen Teil 4 des Teilnehmers zugeordnet ist. Der Empfangsteil 5 enthält einen opto-elektronischen Wandler 6 und einen Verstärker 7, die das optische Teilsignal ϕ_{E1} in eine proportionale elektrische Spannung U_L umformen. Die elektrische Spannung U_L ist einem Dreipunktschalter 8 und einem Verzögerungsglied 9, das den arithmetischen Mittelwert U_{Lm} der Spannung U_L bildet, zugeführt. Der untere und der obere Schwellwert des Dreipunktschalters 8 sind mit U_{LuS} bzw. U_{LoS} bezeichnet. Beide Schwellwerte stehen in einem festen Verhältnis zu dem arithmetischen Mittelwert, wobei der eine Schwellwert kleiner und der andere größer als der arithmetische Mittelwert ist. Die beiden

130038/0135

-8-

Ausgänge des Dreipunktschalters 8 sind über Leitungen 10 und 11 mit einer Schaltungsanordnung 12 verbunden, die die dem Teilnehmer zugeführte Information auswertet. Das Signal auf der Leitung 10 ist mit A_e und das auf der Leitung 11 mit B_e bezeichnet, ihr Pegelwert ist mit L oder mit H bezeichnet. Die drei Schaltzustände des Dreipunktschalters 8 sind in der folgenden Tabelle in Abhängigkeit von der Spannung U_L dargestellt:

	A_e	B_e
$U_L < U_{LuS}$	L	H
$U_{LuS} < U_L < U_{LoS}$	L	L
$U_L > U_{LoS}$	H	L

Soll das empfangene optische Signal weitergeleitet werden, weist das von der Schaltungsanordnung 12 abgegebene Signal R den Pegelwert H und das Signal S den Pegelwert L auf. In dieser Betriebsweise werden die Signale A_e und B_e über UND-Gatter 13 bzw. 14 sowie ODER-Gatter 15 bzw. 16 den Steuereingängen von elektronischen Schaltern 17 bzw. 18 zugeführt. Die Signale A_a und B_a werden dagegen nicht weitergeleitet, da aufgrund des Pegelwertes L des Signals S das Ausgangssignal der UND-Gatter 19 und 20 den Pegelwert L hat. Der elektronische Schalter 17 verbindet eine erste Stromquelle 21 mit dem Sendeteil 22, der hier ebenso wie der Empfangsteil 5 dem elektronischen Teil 4 des Teilnehmers zugeordnet ist. Der elektronische Schalter 18 verbindet eine zweite Stromquelle 23 mit dem Sendeteil 22, und

130038/0135

-9-

eine dritte Stromquelle 24 ist ständig mit dem Sendeteil 22 verbunden. Der elektronische Schalter 17 ist geschlossen, wenn an seinem Steuereingang der Pegelwert H ansteht, und der elektronische Schalter 18 ist geschlossen, wenn an seinem Steuereingang der Pegelwert L ansteht. Weisen die Signale R und S den Pegelwert L auf, so ist der elektronische Schalter 17 geöffnet und der elektronische Schalter 18 ist geschlossen. Der dem Sendeteil 22 zugeführte Gesamtstrom I fließt über den Kontakt 25 eines Relais 26 sowie über eine Leuchtdiode 27, die ein dem jeweils fließenden Gesamtstrom I entsprechendes optisches Signal ϕ_{A1} über eine weitere optische Steckverbindung 28 in das abgehende Ende 29 des Lichtleiter-Ringbusses einspeist. Im folgenden wird davon ausgegangen, daß die Dämpfung der optischen Steckverbindung 28 wie die der optischen Steckverbindung 2 1 dB beträgt. Das optische Teilsignal ϕ_{E2} ist über ein optisches Verbindungsglied 30 als optisches Signal ϕ_{A2} der optischen Steckverbindung 28 zugeführt. Das optische Signal ϕ_A in dem abgehenden Ende 29 des Lichtleiter-Ringbusses ergibt sich aus der Überlagerung der optischen Signale ϕ_{A1} und ϕ_{A2} unter Berücksichtigung der Dämpfung durch die optische Steckverbindung 28. Bei Störungen im elektronischen Teil 4 des Teilnehmers öffnet eine Einrichtung 31 zur Störungs-erkennung über das Relais 26 den Kontakt 25 und das optische Signal ϕ_{A1} wird zu Null.

Soll der Teilnehmer im Sendebetrieb arbeiten, so weist das von der Schaltungsanordnung 12 abgegebene Signal R den

Pegelwert L und das Signal S den Pegelwert H auf. In dieser Betriebsweise werden die Signale A_a und B_a über die UND-Gatter 19 bzw. 20 sowie die ODER-Gatter 15 bzw. 16 den Steuereingängen der elektronischen Schalter 17 bzw. 18 zugeführt. Die Signale A_e und B_e werden dagegen nicht weitergeleitet, da aufgrund des Pegelwertes L des Signals R die Ausgangssignale der UND-Gatter 13 bzw. 14 den Pegelwert L haben.

Die Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung drei durch den Lichtleiter-Ringbus verbundene Teilnehmer 32^- , 32 und 32^+ der in der Figur 1 dargestellten Art. Bezogen auf die Signalflußrichtung ist der Teilnehmer 32^- dem Teilnehmer 32 vorgeschaltet, und der Teilnehmer 32^+ ist dem Teilnehmer 32 nachgeschaltet. Einzelheiten der Teilnehmer 32^- , 32 und 32^+ sind mit den in der Figur 1 verwendeten Bezugszeichen versehen, wobei die Einzelheiten der Teilnehmer 32^- und 32^+ durch den Zusatz "-" bzw. "+" zu den Bezugszeichen voneinander unterschieden sind. Der optischen Steckverbindung 28^- am Ausgang des Teilnehmers 32^- sind das von der Leuchtdiode 27^- des Teilnehmers 32^- abgegebene optische Signal ϕ_{A1}^- und das optische Signal ϕ_{A2}^- des optischen Parallelzweigs zugeführt. Der arithmetische Mittelwert des optischen Signals ϕ_{A1}^- ist vier Mal so groß wie der arithmetische Mittelwert des optischen Signals ϕ_{A2}^- gewählt; dieses Verhältnis entspricht einer Verstärkung von 6 dB gegenüber dem arithmetischen Mittelwert des optischen Signals ϕ_{A2}^- . In der optischen Steckverbindung 28^- erfahren das optische Signal ϕ_{A1}^- und das diesem überlagerte optische Signal ϕ_{A2}^- eine Dämpfung von 1 dB. Das

optische Ausgangssignal ϕ_A^- des Teilnehmers 32^- ist gleich dem dem Teilnehmer 32 zugeführten optischen Signal ϕ_E , wenn man davon ausgeht, daß die durch den die Teilnehmer 32^- und 32 verbindenden Lichtleiter 33 verursachte Dämpfung vernachlässigbar klein ist. Das optische Signal ϕ_E erfährt durch die optische Steckverbindung 2 eine Dämpfung von 1 dB, durch die Aufteilung in zwei gleich große Teilsignale eine Leistungsverteilung zu je 3 dB sowie eine Dämpfung von 1 dB je Zweig, bedingt durch optische Verluste bei der Signalteilung, so daß sowohl das optische Signal ϕ_{E1} als auch das optische Signal ϕ_{E2} gegenüber der Summe der optischen Signale ϕ_{A1}^- und ϕ_{A2}^- um jeweils 6 dB gedämpft sind. Das optische Signal ϕ_{E2} erfährt durch das optische Verbindungsglied 30 eine Dämpfung von 1 dB, so daß das optische Signal ϕ_{A2} (das mit dem von der Leuchtdiode 27 abgesehenen optischen Signal ϕ_{A1} zur Überlagerung kommt) gegenüber der Summe der optischen Signale ϕ_{A1}^- und ϕ_{A2}^- um 7 dB gedämpft ist. D. h. der arithmetische Mittelwert des optischen Signals ϕ_{A2} beträgt 20% von der Summe der arithmetischen Mittelwerte der optischen Signale ϕ_{A1}^- und ϕ_{A2}^- . Da die Teilnehmer 32^- , 32 und 32^+ gleich aufgebaut sind, ist der arithmetische Mittelwert des von den Leuchtdioden 27^- , 27 und 27^+ abgegebenen optischen Signals aller Teilnehmer gleich groß. Somit ist der arithmetische Mittelwert des optischen Signals ϕ_{A2} auch um 6 dB gegenüber dem arithmetischen Mittelwert des optischen Signals ϕ_{A1} gedämpft. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Dämpfung der die Teilnehmer verbindenden Lichtleiter vernachlässigbar klein ist, z. B. weil die Teilnehmer dicht beieinander angeordnet sind. Da Lichtleistungen

verglichen werden, entspricht eine Dämpfung von 6 dB einer Verringerung auf $\frac{1}{4}$ des Ausgangswertes. Das aus den Signalen ϕ_{A1} und ϕ_{A2} durch Addition der Lichtleistungen zusammengesetzte optische Signal ϕ_A erfährt ⁱⁿ der optischen Steckverbindung 37 eine Dämpfung von 1 dB und durch die Aufteilung in zwei optische Teilsignale zusätzlich eine Dämpfung von 3 dB, so daß das optische Signal ϕ_{E1}^+ gegenüber dem optischen Signal ϕ_A um 4 dB gedämpft ist.

Die Figur 3 zeigt ausgehend von der Figur 2 anhand von Liniendiagrammen das optische Signal ϕ_{A2} , die diesem proportionale elektrische Spannung U_L und das optische Signal ϕ_{A1} des Teilnehmers 32 sowie das optischen Signal ϕ_{A2}^+ und die diesem proportionale Spannung U_L^+ des Teilnehmers 32⁺, in die der opto-elektronische Wandler 6⁺ des Teilnehmers 32' das ihm zugeführte optische Signal ϕ_{E1}^+ umformt. Wie oben beschrieben, ist der arithmetische Mittelwert des optischen Signals ϕ_{A2} gegenüber dem arithmetischen Mittelwert der Summe der optischen Signale ϕ_{A1}^- und ϕ_{A2}^- um 8 dB gedämpft, es weist jedoch qualitativ den gleichen zeitlichen Verlauf auf. Da auch das optische Signal ϕ_{E1} und damit die elektrische Spannung U_L , in die der opto-elektronische Wandler 27 des Teilnehmers 32 das ihm zugeführte optische Signal ϕ_{E1} umformt, den gleichen zeitlichen Verlauf aufweisen, sind in dem oberen Liniendiagramm der Figur 3 das optische Signal ϕ_{A2} und die elektrische Spannung U_L in einem gemeinsamen Kurvenzug dargestellt, dessen arithmetischer Mittelwert mit ϕ_{A2m} bzw. U_{Lm} bezeichnet ist. In dem mittleren Liniendiagramm der Figur 3 ist das von dem elektronischen Teil 4 des

Teilnehmers 32 regenerierte optische Signal ϕ_{A1} dargestellt. Die Werte "0" und "1" der zu übertragenden binären Variablen werden durch drei verschiedenen hohe Pegelwerte ϕ_{A1u} , ϕ_{A1m} und ϕ_{A1o} realisiert, wobei es sich bei den Pegelwerten ϕ_{A1o} und ϕ_{A1u} um den oberen bzw. den unteren Wert des von der Leuchtdiode 27 abgegebenen optischen Signals ϕ_{A1} handelt. Bezeichnet man die Differenz zwischen den optischen Signalen ϕ_{A1o} und ϕ_{A1m} sowie zwischen den optischen Signalen ϕ_{A1m} und ϕ_{A1u} als $\Delta\phi_{A1}$ und setzt $\Delta\phi_{A1} = \alpha \cdot \phi_{A1m}$, so ergeben sich für den oberen und den unteren Pegelwert die Beziehungen $\phi_{A1o} = \phi_{A1m} (1 + \alpha)$ bzw. $\phi_{A1u} = \phi_{A1m} (1 - \alpha)$. In der Figur 3 ist $\alpha = \frac{2}{3}$ gewählt. Der Wert "0" der zu übertragenden binären Variablen besteht aus drei gleichlangen Impulsen der Zeitdauer Δt , von denen der erste den Pegelwert ϕ_{A1u} aufweist, der zweite den Pegelwert ϕ_{A1o} aufweist und der dritte den Pegelwert ϕ_{A1m} aufweist. Der Wert "1" der zu übertragenden binären Variablen besteht aus drei gleichlangen Impulsen der Zeitdauer Δt , von denen der erste den Pegelwert ϕ_{A1o} aufweist, der zweite den Pegelwert ϕ_{A1u} aufweist und der dritte den Pegelwert ϕ_{A1m} aufweist. In Zeiträumen, in denen keine Information übertragen wird, ist $\phi_{A1} = \phi_{A1m}$. In dem unteren Liniendiagramm der Figur 3 sind das optische Signal ϕ_{A2}^+ und die diesem proportionale elektrische Spannung U_L^+ des Teilnehmers 32⁺ in einem gemeinsamen Kurvenzug dargestellt.

Der Kurvenzug, der in dem oberen Liniendiagramm der Figur 3 dargestellt ist, entspricht dem Ausgangssignal eines Teilnehmers der das empfangene Signal regeneriert und das regenerierte Signal

weiterleitet, wobei dem regenerierten Signal das abgeschwächte nichtregenerierte Signal überlagert ist. Die auf den arithmetischen Mittelwert U_{Lm} bezogenen Schwellwerte des Dreipunktschalters 8 sind wie folgt gewählt: $U_{LoS} = U_{Lm} (1 + \frac{\alpha}{2})$ und $U_{LuS} = U_{Lm} (1 - \frac{\alpha}{2})$. Für $\alpha = \frac{2}{3}$ ergibt sich $U_{LoS} = \frac{4}{3} U_{Lm}$ und $U_{LuS} = \frac{2}{3} U_{Lm}$. Im Zeitpunkt t_1 überschreitet die Spannung U_L den oberen Schwellwert U_{LoS} . Nach Ablauf einer Verarbeitungszeit, die durch die Laufzeiten im elektronischen Teil 4 des Teilnehmers 32 verursacht ist und die in der Figur 3 mit $\frac{\Delta t}{2}$ angesetzt ist, springt das optische Signal ϕ_{A1} (mittleres Linien-diagramm der Figur 3) im Zeitpunkt $t_1^* = t_1 + \frac{\Delta t}{2}$ von dem Pegelwert ϕ_{A1m} auf den Pegelwert ϕ_{A1o} . Im Zeitpunkt $t_1 + \Delta t$ unterschreitet die Spannung U_L den unteren Schwellwert U_{LuS} , und im Zeitpunkt $t_1^* + \Delta t = t_1 + \frac{\Delta t}{2} + \Delta t$ springt das optische Signal ϕ_{A1} von dem Pegelwert ϕ_{A1o} auf den Pegelwert ϕ_{A1u} . Im Zeitpunkt $t_1 + 2\Delta t$ überschreitet die Spannung U_L den unteren Schwellwert U_{LuS} jedoch nicht den oberen Schwellwert U_{LoS} . Um $\frac{\Delta t}{2}$ versetzt springt das optische Signal ϕ_{A1} im Zeitpunkt $t_1^* + 2\Delta t = t_1 + \frac{\Delta t}{2} + 2\Delta t$ von dem Pegelwert ϕ_{A1u} auf den Pegelwert ϕ_{A1m} . Im Zeitpunkt $t_2 = t_1 + 3\Delta t$ unterschreitet die Spannung U_L wieder den unteren Schwellwert U_{LuS} , und um $\frac{\Delta t}{2}$ versetzt springt das optische Signal ϕ_{A1} im Zeitpunkt $t_2^* = t_2 + \frac{\Delta t}{2}$ von dem Pegelwert ϕ_{A1m} auf den Pegelwert ϕ_{A1u} .

Die drei Impulse zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 bzw. t_1^* und t_2^* entsprechen dem Wert "1" oder zu übertragenden binären Variablen. Die drei Impulse zwischen den Zeitpunkten

t_2 und t_3 bzw. t_2^* und t_3^* entsprechen dem Wert "0" der zu übertragenden binären Variablen, und die drei Impulse zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 bzw. t_3^* und t_4^* entsprechen wieder dem Wert "1" der zu übertragenden binären Variablen.

Der Kurvenzug im unteren Liniendiagramm der Figur 3 ergibt sich aus der Überlagerung der optischen Signale ϕ_{A2} und ϕ_{A1} unter Berücksichtigung der Dämpfung durch die optischen Steckverbindungen 28 und 2⁺, die Aufteilung in die optischen Signale ϕ_{E1}^+ und ϕ_{E2}^+ sowie die Dämpfung des optischen Signals ϕ_{E2}^+ in dem optischen Dämpfungsglied 30⁺. Wie oben beschrieben, beträgt die Dämpfung des optischen Signals ϕ_{A2}^+ gegenüber der Summe der optischen Signale ϕ_{A1} und ϕ_{A2} 7 dB, entsprechend einer Verringerung auf 20 %. Die auf den arithmetischen Mittelwert U_{Lm}^+ bezogenen Schwellwerte des Dreipunktschalter im elektronischen Teil des Teilnehmers 32⁺ sind wie diejenigen des Dreipunktschalters im elektronischen Teil des Teilnehmers 32 gewählt:

$$U_{LoS}^+ = U_{Lm}^+ \left(1 + \frac{\epsilon}{2}\right) \text{ und } U_{LuS}^+ = U_{Lm}^+ \left(1 - \frac{\epsilon}{2}\right).$$

Ist z. B. der Teilnehmer 32 gestört, so öffnet die Einrichtung 31 zur Störungserkennung über das Relais 26 den Kontakt 25. Das optische Signal ϕ_{A1} ist gleich Null, und dem nachfolgenden Teilnehmer 32⁺ wird nur das optische Signal ϕ_{A2} zugeführt. Der arithmetische Mittelwert U_{Lm}^+ ist jetzt zwar kleiner als im ungestörten Fall; da die Schwellwerte U_{LoS}^+ und U_{LuS}^+ aber auf den arithmetischen Mittelwert bezogen sind, kann der elektronische Teil des Teilnehmers 32⁺ weiterhin die elektrische Spannung U_L^+ auswerten.

In der Figur 4 ist der Fall dargestellt, daß zwei aufeinanderfolgende Teilnehmer gestört sind. Die vier - wie in der Figur 2 - schematisch dargestellten Teilnehmer sind mit den Bezugszeichen 34, 35, 36, 37 versehen. Das von dem Teilnehmer 34 abgegebene optische Signal, das sich aus der Überlagerung des regenerierten optischen Signals und des gedämpften, direkt weitergeleiteten optischen Signals ergibt, wird in jedem der beiden gestörten Teilnehmer 35, 36 um 7 dB gedämpft, da keine Regenerierung erfolgt. Das von dem opto-elektronischen Wandler des Teilnehmers 37 empfangene optische Signal ist gegenüber dem von dem Teilnehmer 34 abgegebenen optischen Signal um 19 dB gedämpft. Da der elektrische Teil der Teilnehmer für eine Dämpfung von mindestens 28 dB optisch, entsprechend 56 dB elektrisch, ausgelegt ist, können die Verluste auf den die Teilnehmer verbindenden Lichtleitern insgesamt bis zu 9 dB betragen. Bei vernachlässigbar kleinen Verlusten auf den die Teilnehmer verbindenden Lichtleitern bleibt das Übertragungssystem auch dann funktionsfähig, wenn drei aufeinanderfolgende Teilnehmer ausfallen. Bei einer Verbesserung des elektronischen Teils der Teilnehmer lassen sich noch bessere Dämpfungswerte erzielen.

Die Figur 5 zeigt die Prinzipdarstellung eines Teilnehmers, dessen elektronischer Teil 4 mit demjenigen der Figur 1 übereinstimmt, dessen optischer Teil 3* sich jedoch von dem optischen Teil 3 der Figur 1 unterscheidet. Der optische Teil 3* enthält eine im folgenden als Kreuzkoppler 38 bezeichnete optische Verzweigungseinrichtung, der zwei Eingangslichtleitungen 39 und 40 zugeführt sind. Von dem Kreuzkoppler 38 gehen zwei Ausgangs-

lichtleitungen 41 und 42 ab. Das optische Signal ϕ_{E1}^* der ersten Leitung ist gegenüber dem optischen Signal ϕ_E um 1 dB gedämpft, es teilt sich je zur Hälfte auf die beiden Ausgangslichtleitungen 41 und 42 auf. Aus der Aufteilung des optischen Signals ergibt sich eine Dämpfung von 3 dB, dazu kommt noch eine Dämpfung von 2 dB, die sich aus den optischen Verlusten durch das Aufeinandertreffen von je zwei Lichtleitern ergibt, so daß sowohl das optische Signal ϕ_{A1}^* als auch das optische Signal ϕ_{A2}^* gegenüber dem optischen Signal ϕ_{E1}^* um 5 dB gedämpft ist. Das optische Signal ϕ_{E2}^* der Lichtleitung 40 ist nur der Lichtleitung 41 jedoch nicht der Lichtleitung 42 zugeführt. Das optische Signal ϕ_{A1}^* ergibt sich aus der Überlagerung der optischen Signale ϕ_{E1}^* und ϕ_{E2}^* , wobei beim Übergang auf die Lichtleitung 41 eine Dämpfung von 5 dB auftritt. In der optischen Steckverbindung 28 tritt eine weitere Dämpfung auf, die 1 dB beträgt.

Die Figur 6 zeigt in schematischer Darstellung drei durch den Lichtleiter-Ringbus verbundene Teilnehmer 43^- , 43 und 43^+ der in der Figur 5 dargestellten Art. Ausgehend von den oben zugrundegelegten Dämpfungswerten ist auch in diesem Ausführungsbeispiel der arithmetische Mittelwert des regenerierten optischen Signals ϕ_{E2}^* um 6 dB größer als der arithmetische Mittelwert des optischen Signals ϕ_{E1}^* . Beim Ausfall eines Teilnehmers, z. B. des Teilnehmers 43 , ist das optische Signal ϕ_{E2}^* gleich Null und das optische Signal ϕ_A ist gegenüber dem optischen Signal ϕ_E um 7 dB gedämpft. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel können zwei aufeinanderfolgende Teilnehmer gestört sein, ohne daß die Weiterleitung der zu übertragenden Information unterbrochen wird. Die Dämpfung der zur Überlagerung kommenden optischen Signale ϕ_{E1}^*

13003870135

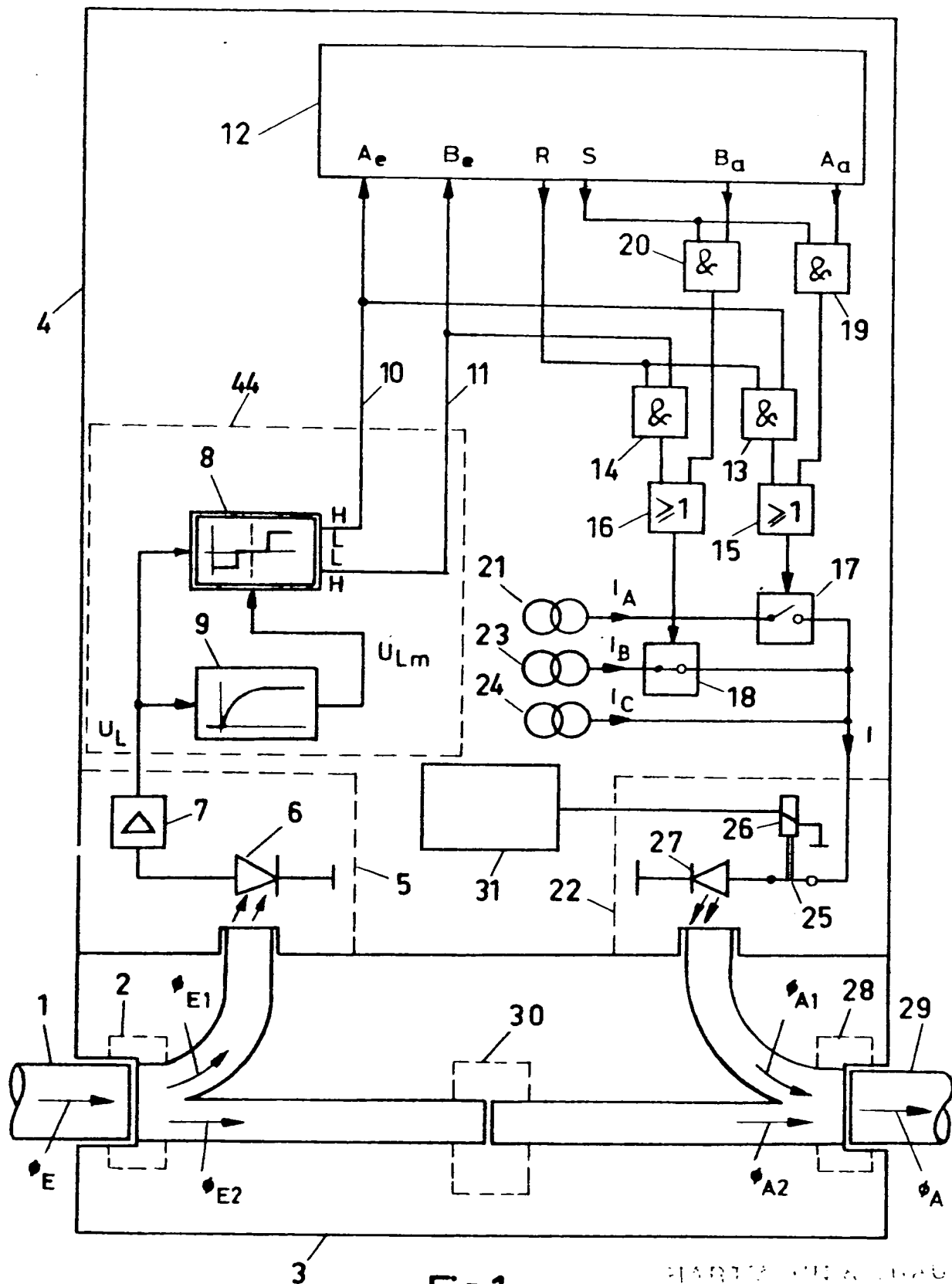
und ϕ_{E2}^* auf dem Weg über den Kreuzkoppler 38, die Steckverbindungen 28 und 2⁺ sowie den die Teilnehmer 43 und 43⁺ verbindenden Lichtleiter muß mindestens 1 dB größer sein als das Verhältnis der Lichtleistung des optischen Signal ϕ_{E1}^{*+} zu derjenigen des optischen Signals ϕ_{E2}^{*+} . Dabei spielt es keine Rolle, wie sich die Dämpfung auf die einzelnen Komponenten verteilt. In den Ausführungsbeispielen wird für die zur Überlagerung kommenden optischen Signale ϕ_{A1} und ϕ_{A2} (Figuren 1 bis 4) bzw. ϕ_{E2}^* und ϕ_{E1}^* (Figuren 5 und 6) von einem Leistungsverhältnis von 6 dB ausgegangen. Bei diesem Leistungsverhältnis kann im elektrischen Teil die zu übertragende Information noch sicher regeneriert werden.

Während in der Figur 1 in der Impulsformerstufe 44 eine selbsttätige Anpassung der Schwellwerte des Dreipunktschalters 8 an die Höhe des jeweiligen arithmetischen Mittelwertes U_{Lm} des elektrischen Signals U_L erfolgt, ist in der Figur 7 das elektrische Signal U_L einer selbsttätig arbeitenden Verstärkungsregaleinrichtung 45 zugeführt. Das Verzögerungsglied 9^{*} bildet den arithmetischen Mittelwert U_{Lmx}^* der Ausgangsspannung U_L^* der Verstärkungsregaleinrichtung 45. Die Verstärkungsregaleinrichtung 45 verstärkt die elektrische Spannung U_L so lange, bis der arithmetische Mittelwert U_{Lmx}^* der Spannung U_L^* gleich einem vorgegebenen festen Wert U_{Lmw}^* ist. Die Schwellwerte des Dreipunktschalters 8^{*} sind dabei wie folgt fest eingestellt: $U_{LoS}^* = U_{Lmw}^* (1 + \frac{1}{2})$ und $U_{LuS}^* = U_{Lmw}^* (1 - \frac{1}{2})$. Die Impulsformerstufe 44 der Figur 1 läßt sich durch die in der Figur 7 dargestellte Impulsformerstufe ersetzen.

Wenn eine Information den Lichtleiter-Ringbus einmal durchlaufen hat, regeneriert der absendende Teilnehmer die empfangene Information nicht mehr, und die von der Schaltungsanordnung 12 zur Auswertung der zugeführten Information (vgl. Figur 1) abgegebenen Signale R und S weisen den Pegelwert L auf. Wie oben bereits ausgeführt, ist der Schalter 17 geöffnet und der Schalter 18 geschlossen und das von der Leuchtdiode 27 abgegebene optische Signal ist konstant gleich dem arithmetischen ϕ_{A1m} des optischen Signals ϕ_{A1} . Das diesem Wert überlagerte Signal ϕ_{A2} ist im Mittelwert um ≥ 6 dB kleiner. Das entsprechende elektrische Signal U_L erreicht damit die beiden Schaltschwellen der Impulsformerstufe 44 des darauf folgenden Teilnehmers nicht mehr.

Nach Erhalt der eigenen, abgesendeten Information ordnet die Schaltungsanordnung 12 den Signalen R und S die Pegelwerte H bzw. L zu, und die nachfolgenden Signale werden, wie oben ausgeführt, regeneriert.

- 20 -
Leerseite



215072 PHASE-LOCKED LOOP
DEVELOPMENT OF A

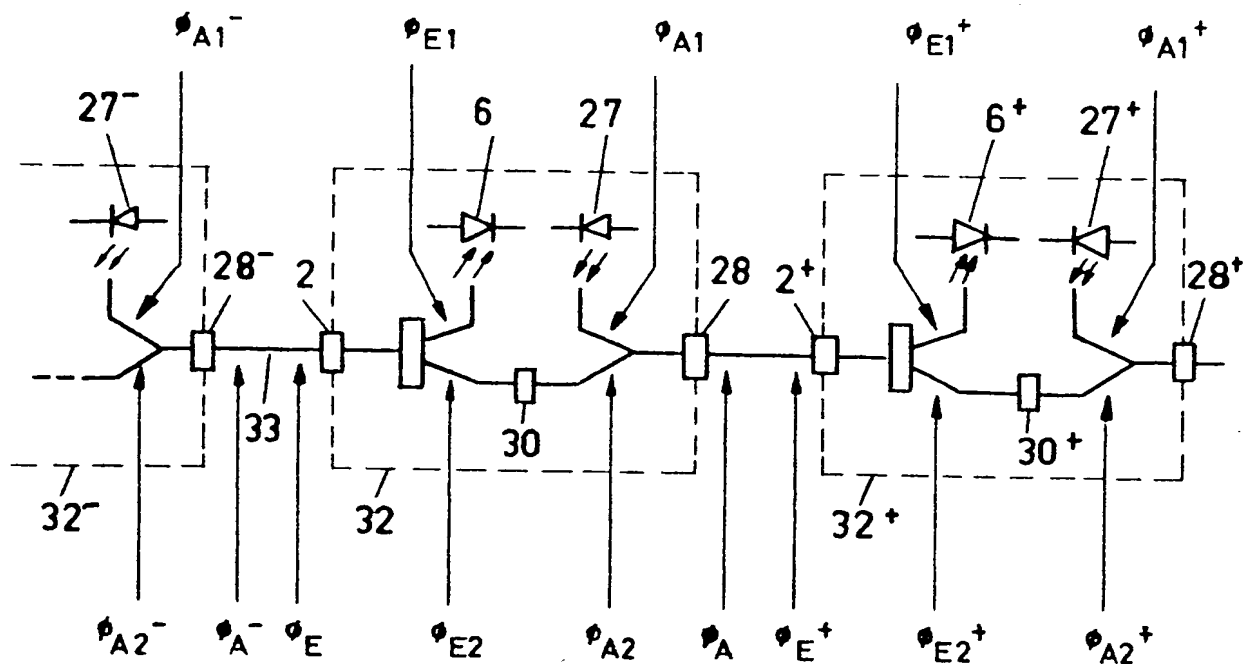


Fig. 2

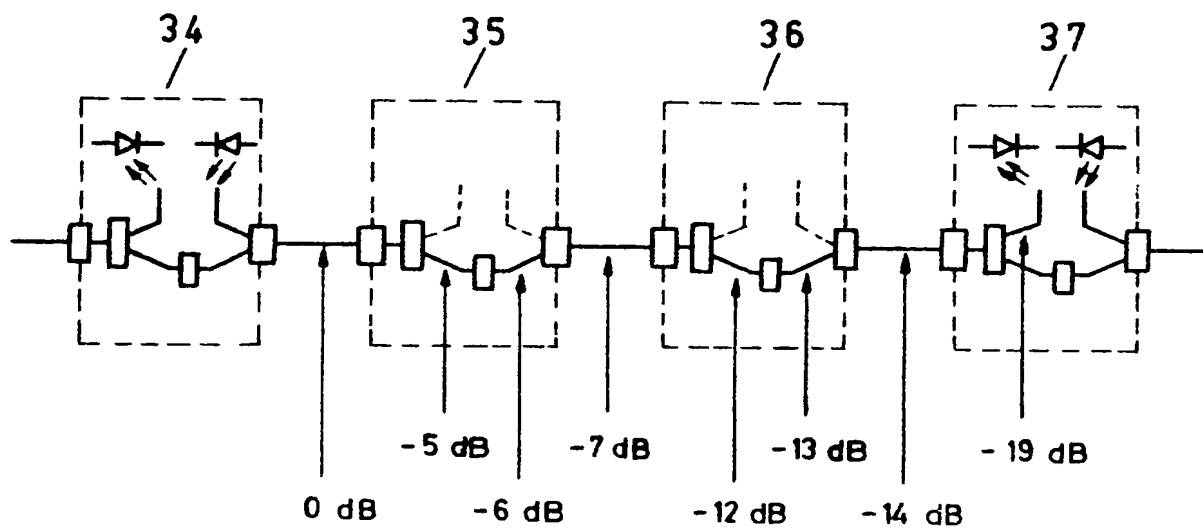


Fig. 4

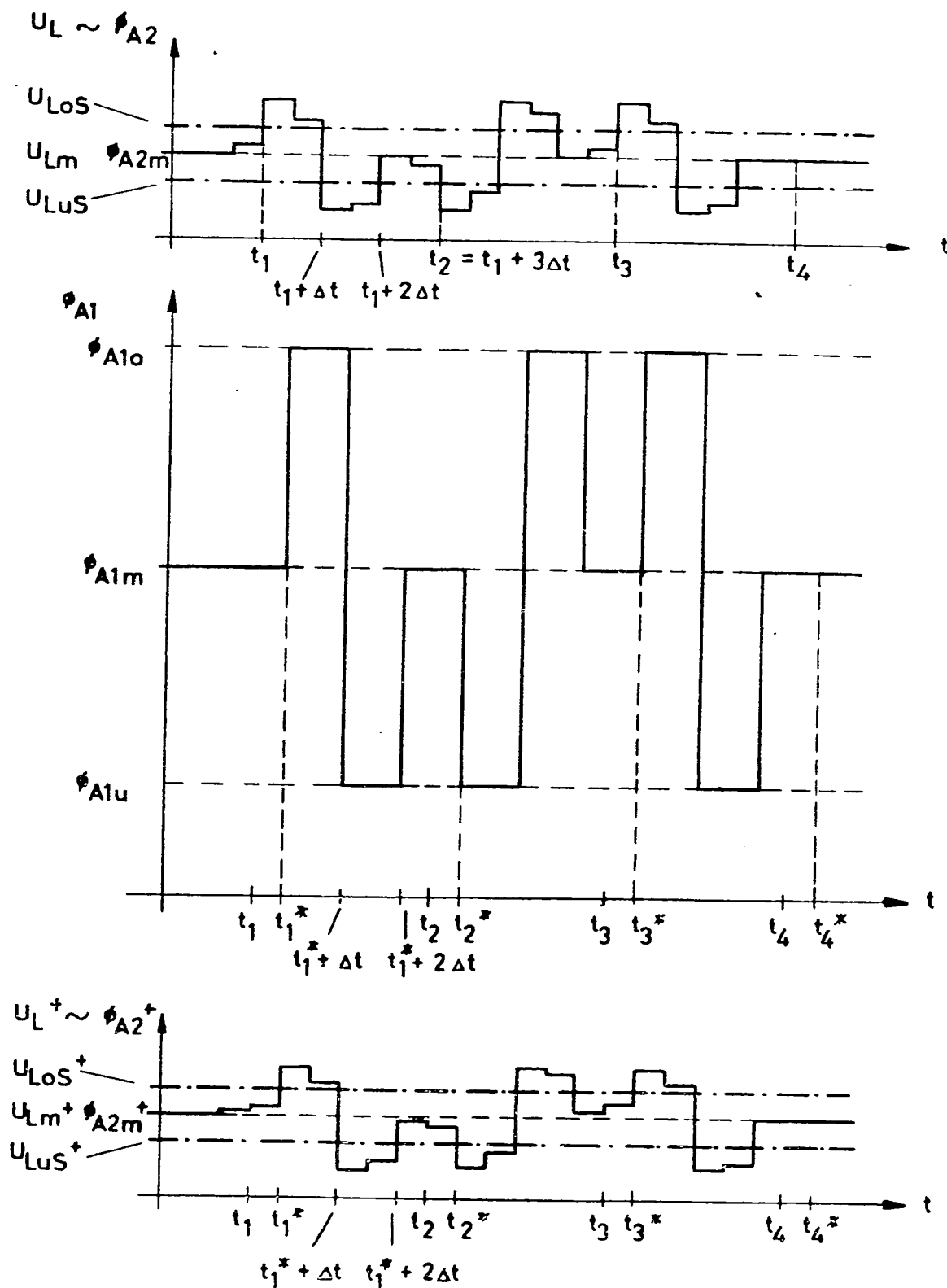


Fig. 3

130038/0135

HARTMANN & BRAUN
AKTIENGESELLSCHAFT

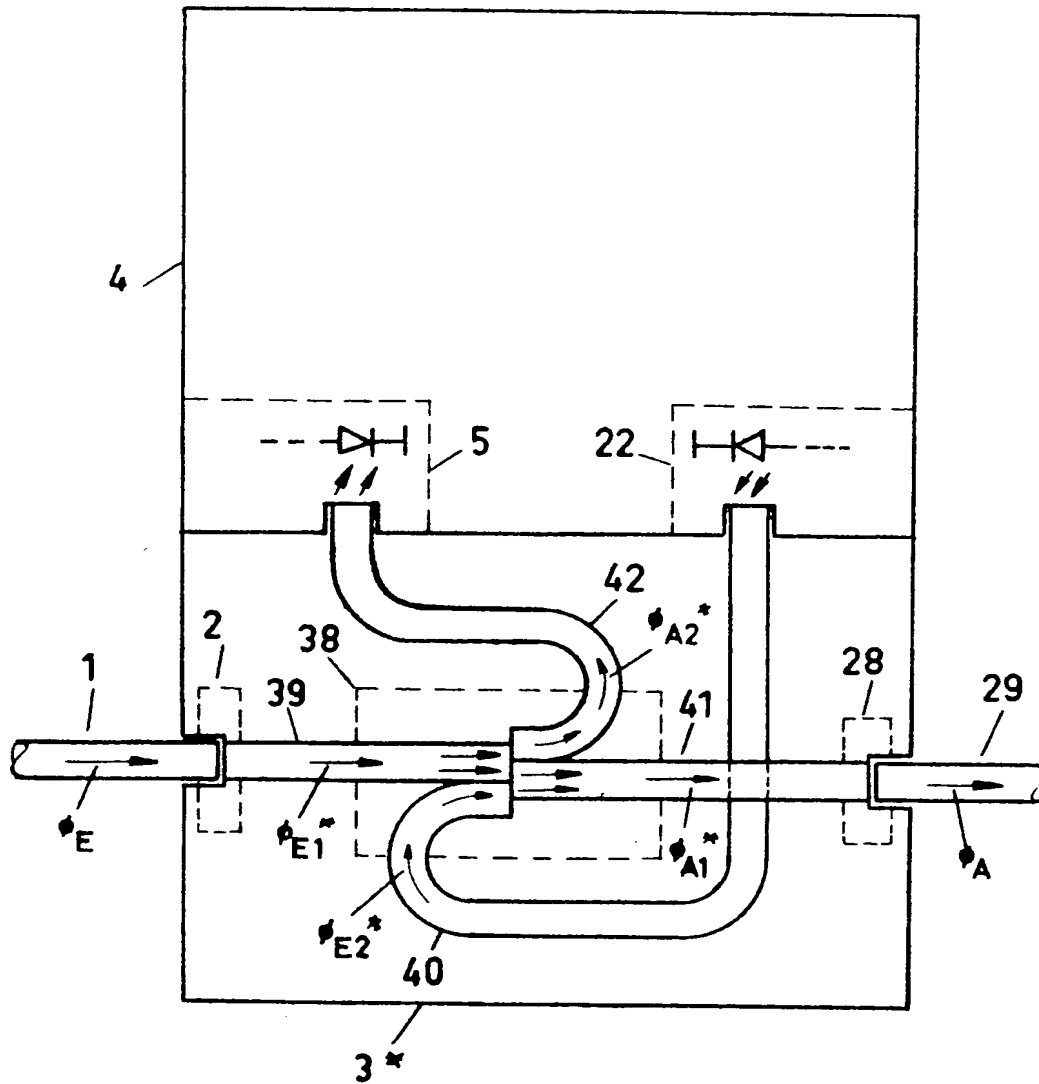


Fig. 5

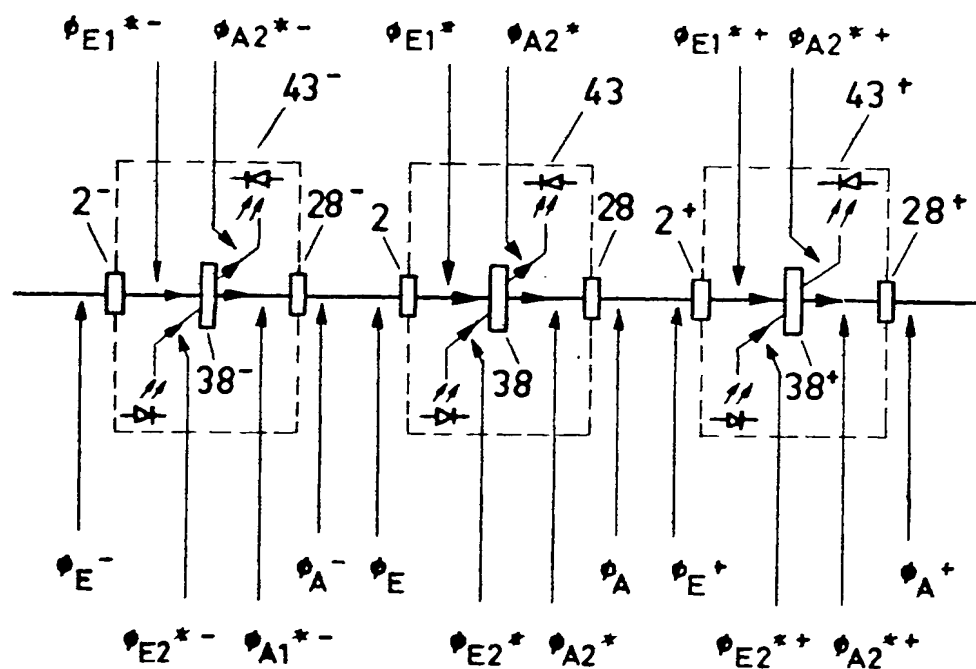


Fig. 6

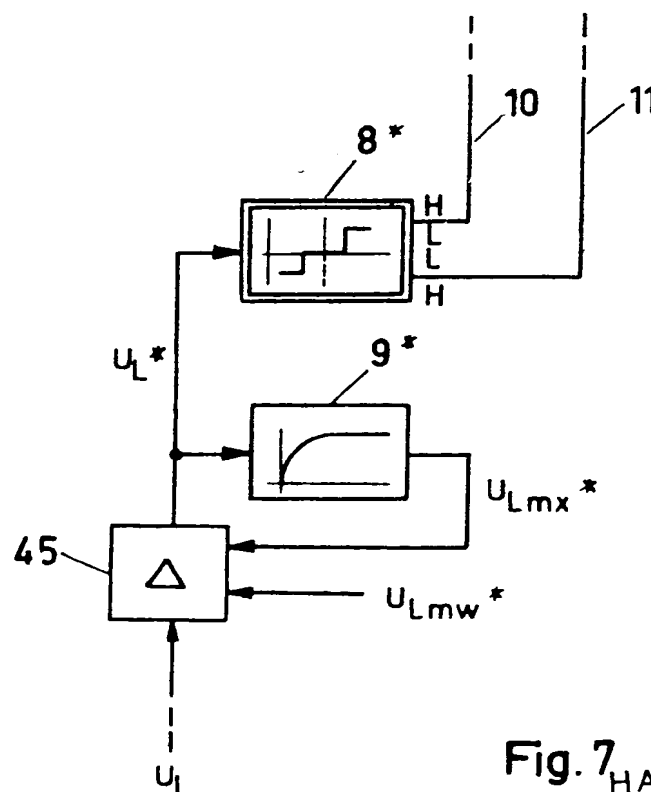


Fig. 7 HARTMANN & BRAUN
AKTIENGESELLSCHAFT